



PATENT
Customer No. 22,852
Attorney Docket No. 4329.2335

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#6
SAP-01
Juno

In re Application of:)

Tokuhiwa OHIWA et al.)

Group Art Unit: 2823

Serial No.: 09/604,724)

Examiner: Kurt Eaton

Filed: June 28, 2000)

For: METHOD OF MANUFACTURING)
SEMICONDUCTOR DEVICE)

TC 2800 MAIL ROOM

MAY 15 2001

RECEIVED

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

CLAIM FOR PRIORITY

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japan Patent Application Number 11-183908, filed June 29, 1999, for the above identified United States Patent Application.

In support of Applicants claim for priority, a certified copy of the priority application is filed herewith.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: May 8, 2001

By: 

Richard V. Burgujian
Reg. No. 31,744

LAW OFFICES

FINNEGAN, HENDERSON,
FARABOW, GARRETT,
& DUNNER, L.L.P.
1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, DC 20005
202-408-4000



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 6 月 2 9 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 1 8 3 9 0 8 号

出 願 人

Applicant (s):

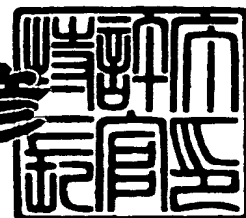
株式会社東芝

RECEIVED
MAY 15 2001
TC 2800 MAIL ROOM

2 0 0 0 年 6 月 2 3 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 4 6 6 8 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 A009901807

【提出日】 平成11年 6月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 大岩 徳久

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 瀬田 渉二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 早坂 伸夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 奥村 勝弥

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 小島 章弘

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横

浜事業所内

【氏名】 阿部 淳子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 東 司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 市之瀬 秀夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 水島 一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板上に形成された被処理膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、

前記可溶性薄膜上に、マスク層を形成する工程と、

前記マスク層上に所望のパターンのレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンの上面をエッチングしつつ、前記マスク層に該レジストパターンのパターンを転写する工程と、

残存する前記レジストパターン又は前記マスク層の上面をエッチングしつつ、前記可溶性薄膜及び被処理基板に前記レジストパターン及びマスク層のパターンを転写する工程と、

前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を除去すると共に、前記マスク層をリフトオフする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

半導体基板上に形成された被処理膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、

前記可溶性薄膜上に、所望のパターンと反転するパターンを有する反転マスク層を形成する工程と、

前記半導体基板上に、前記反転マスク層を覆うようにマスク層を堆積した後、エッチバックして前記反転マスク層の上面を露出させる工程と、

前記反転マスク層を除去し、前記被処理膜上に所望のパターンを有するマスク層を残置させる工程と、

前記マスク層をマスクに前記可溶性薄膜及び被処理膜をエッチングし、該可溶性薄膜及び被処理膜に前記マスク層のパターンを転写する工程と、

前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を除去すると共に、前記マスク層をリフトオフする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

半導体基板上に形成された絶縁膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、

前記可溶性薄膜上に所望のパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクに、前記可溶性薄膜をエッチングして、配線溝を形成する工程と、

前記レジストパターンを除去する工程と、

前記配線溝に配線を埋め込み形成する工程と、

前記可溶性薄膜及び前記配線の上に絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜の所定位置に前記前記可溶性薄膜が露出する窓を形成する工程と、

前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を溶解除去する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記可溶性薄膜が、タングステン酸化物、アルミ酸化物、チタン酸化物、或いはチタン窒化物であることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

半導体基板上に有機成分を含む有機珪素化合物膜を形成する工程と、

前記有機珪素化合物膜上に、シリコン酸化膜を形成する工程と、

前記前記シリコン酸化膜上に、所望のパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクに前記シリコン酸化膜及び有機 SOG 膜をエッチングして、該シリコン酸化膜及び有機珪素化合物膜に該レジストパターンのパターンを転写する工程と、

前記溶解液を用いて前記シリコン酸化膜を除去すると共に、前記レジストパターンをリフトオフする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記シリコン酸化膜は、有機珪素化合物膜の表面に活性化された酸素を含むガスを供給して形成することを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被処理膜に所定のパターンを形成する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体装置の製造工程において、シリコン基板上に形成されたシリコン酸化膜等の薄膜上にレジストの塗布、露光、現像を行って所望のレジストパターンを形成し、このレジストパターンをエッチングマスクとして該シリコン基板或いは基板上の薄膜をエッチングし、その後レジストをアッシング除去する工程が用いられている。

【0003】

デバイスの高集積化に伴うパターンの微細化のため、パターン形成プロセスのマージンが狭くなったため、露光光の短波長化や基板からの反射光の影響を低減する反射防止膜の利用、レジスト膜厚の薄膜化などの手法が使われるようになった。

【0004】

しかしながら、パターン寸法が $0.2\mu\text{m}$ を下回るようになると、 $0.2\mu\text{m}$ 程度までレジスト膜厚を薄くすることが必要になる。そのため、エッチング深さが $1\mu\text{m}$ 以上となるコンタクトホールなどのRIE工程では、エッチングマスクとして使用されるレジストの膜厚が足りずエッチングすることができなくなる問題が発生する。

【0005】

シリコン酸化膜の加工では、エッチング選択比のとれるポリシリコン薄膜をシリコン酸化膜上に形成し、レジストパターンをポリシリコンに一端転写し、ポリシリコンをエッチングマスクにコンタクトホールの形成が行われている。しかし、ホール形成後にエッチングマスクを除去する際、ホール底部のシリコン基板が

エッチングされるという問題があった。

【0006】

また、層間絶縁膜として良く用いられる有機SOGのRIEを行った後に、 CF_4/O_2 ダウンフローアッシングや O_2 プラズマアッシングでレジストの剥離を行うと、レジストが除去されると同時に、有機SOGに含有される有機成分が酸素ラジカルと反応して有機SOGから有機成分が揮発し、有機SOGの組成が変化し誘電率 ϵ が大きくなるという問題があった。

【0007】

ところで、上層と下層との配線の寄生容量を低減するために、層間絶縁膜が形成されない空中配線構造が提案されている。空中配線構造は、スパッタリングC膜を配線材料を埋め込むダミー膜とし、ダマシンプロセスを用いて形成される。C膜への配線溝の形成は、C膜上に形成された SiO_2 膜上に所望のレジスト配線パターンを形成した後、レジストをエッチングマスクにC膜をRIE加工して行われる。配線の形成は、配線材料を形成した後、CMPにより配線が形成される。配線の形成後、 O_2 アッシングプロセスで生成される SiO_2 膜を通過する酸素ラジカルによりC膜を除去し、空中配線が形成される。しかし、従来の製造工程では、 SiO_2 膜を通してアッシングするためC膜の除去に時間がかかるという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

レジスト膜厚の薄膜化に伴い、ポリシリコンをエッチングマスクとして用いると、被加工膜の下地がシリコン基板であった場合に、ポリシリコンを除去する際にシリコン基板までエッチングされるという問題があった。

【0009】

また、 CF_4/O_2 ダウンフローアッシングや O_2 プラズマアッシングにより層間絶縁膜上のレジスト膜の除去処理を行うと、酸素ラジカルと反応して絶縁膜中の有機成分が除去され、誘電率が大きくなるという問題点があった。

【0010】

また、従来のダミー膜としてC膜を用いた空中配線構造では、C膜の除去に時

間がかかり、スループットが悪いという問題があった。

【0011】

本発明の目的は、被加工膜の下地がシリコン基板であっても、マスク層の除去時にシリコン基板をエッチングすることがない半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0012】

また、本発明の別の目的は、有機成分を有機絶縁膜上のマスクパターンを除去する際に、有機絶縁膜中の組成成分を変化させることがなく、誘電率の増加を抑制し得る半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0013】

また、本発明の別の目的は、空中配線構造を形成する際、ダミー膜の除去を短時間に行うことができ、スループットの改善を図り得る半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

〔構成〕

本発明は、上記目的を達成するために以下のように構成されている。

【0015】

(1) 本発明（請求項1）の半導体装置の製造方法は、半導体基板上に形成された被処理膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、前記可溶性薄膜上に、薄膜を形成する工程と、前記薄膜上に所望のパターンのレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンの上面をエッチングしつつ、前記薄膜に該レジストパターンのパターンを転写する工程と、残存する前記レジストパターン又は前記薄膜の上面をエッチングしつつ、前記可溶性薄膜及び被処理基板に前記レジストパターン及び薄膜のパターンを転写する工程と、前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を除去すると共に、前記薄膜をリフトオフする工程とを含むことを特徴とする。

【0016】

(2) 本発明（請求項2）の半導体装置の製造方法は、半導体基板上に形成さ

れた被処理膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、前記可溶性薄膜上に、所望のパターンと反転するパターンを有する第1の薄膜を形成する工程と、前記半導体基板上に、第1の薄膜を覆うように第2の薄膜を堆積した後、エッチバックして第1の薄膜の上面を露出させる工程と、第1の薄膜を除去し、所望のパターンを有する第2の薄膜を形成する工程と、第2の薄膜をマスクに前記可溶性薄膜及び被処理膜をエッチングし、該可溶性薄膜及び被処理膜に第2の薄膜のパターンを転写する工程と、前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を除去すると共に、第2の薄膜をリフトオフする工程とを含むことを特徴とする。

【0017】

(3) 本発明(請求項3)の半導体装置の製造方法は、半導体基板上に形成された絶縁膜上に、溶解液に可溶な可溶性薄膜を形成する工程と、前記可溶性薄膜上に所望のパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクに、前記可溶性薄膜をエッチングして、配線溝を形成する工程と、前記レジストパターンを除去する工程と、前記配線溝に配線を埋め込み形成する工程と、前記可溶性薄膜及び前記配線上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の所定位置に前記前記可溶性薄膜が露出する窓を形成する工程と、前記溶解液を用いて前記可溶性薄膜を溶解除去する工程とを含むことを特徴とする。

【0018】

本発明(請求項1～3)の好ましい実施態様を以下に記す。

【0019】

前記可溶性薄膜が、タングステン酸化物、アルミ酸化物、チタン酸化物、或いはチタン窒化物であること。

前記マスク層がSi, W, Al, Ni, Ti, Caを主成分とする金属、或いはアルミ酸化物、ニッケル酸化物、チタン酸化物、カルシウム弗化物を含むこと。

【0020】

(4) 本発明(請求項5)の半導体装置の製造方法は、半導体基板上に有機成分を含む有機SOG膜を形成する工程と、前記有機SOG膜上に、シリコン酸化膜を形成する工程と、前記前記シリコン酸化膜上に、所望のパターンを有するレ

ジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクに前記シリコン酸化膜及び有機 SOG 膜をエッチングして、該シリコン酸化膜及び有機 SOG 膜に該レジストパターンのパターンを転写する工程と、溶解液を用いて前記シリコン酸化膜を除去すると共に、前記レジストパターンをリフトオフする工程とを含むことを特徴とする。

前記シリコン酸化膜は、有機 SOG 膜の表面に活性化された酸素を含むガスを供給して形成することが好ましい。

また、解液が希弗酸であることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

〔作用〕

本発明は、上記構成によって以下の作用・効果を有する。

【 0 0 2 2 】

被処理膜上に、溶解液に溶解する溶解性薄膜及びマスク層及び所望のパターンを有するパターンを順次形成し、マスク層及び溶解性薄膜及び被処理膜のエッチングを順次行うことによって、たとえ溶解性薄膜又は被処理膜中にレジストパターンが無くなっても、マスク層が存在するので被処理膜のエッチングを行うことができ、微細加工が可能となる。

【 0 0 2 3 】

また、溶解性薄膜上に所望のパターンと反転したパターンを有する反転パターン層を形成し、反転パターン内にマスク材を埋め込み形成した後、反転パターン層を除去することによっても、所望のパターンを有するマスク層を形成することができ、上記と同様に微細加工を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

そして、マスク層は溶解性薄膜上に形成されているので、溶解性薄膜を溶液を用いて除去することによって、マスク層がリフトオフされるので、容易にマスク層の除去を行うことができる。また、被処理薄膜の下地がシリコン基板であっても、マスク層を除去する際に下地のシリコン基板がエッチングされることがない。

【 0 0 2 5 】

溶解成膜を用いたダマシン配線を形成し、配線形成後、溶解性薄膜を溶解除去して配線を空洞化することが可能となり、空中配線構造を容易に形成することができる。

【0026】

有機SOG膜上にシリコン酸化膜を形成し、シリコン酸化膜上にレジストパターンの形成を行った後に、シリコン酸化膜及び有機SOG膜のエッチングを行い、シリコン酸化膜を溶解除去してレジストパターンをリフトオフすることで、レジストパターンを除去する際に有機SOG膜の表面を活性な酸素にさらすことがないので、有機成分の除去による誘電率の増大を防止することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【0028】

[第1実施形態]

本実施形態では、 $0.3\mu\text{m}$ 以下の膜厚のレジストを用いてコンタクトホール等の加工を可能とする製造工程について説明する。

【0029】

図1は、本発明の第1実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。

【0030】

先ず、シリコン基板11上に形成された膜厚 $1\mu\text{m}$ 以上のシリコン酸化膜（被処理膜）12上に膜厚 100nm の WO_3 膜（可溶性薄膜）13を塗布焼成して形成する。そして、全面にスパッタ法による Al_2O_3 膜（マスク層）14の堆積、膜厚 60nm の有機反射防止膜15の塗布焼成を順次行った後、リソグラフィ技術を用いて膜厚 200nm の所定パターンのレジストパターン16を形成する。

【0031】

次いで、図1（b）に示すように、 O_2 ガスを用いたRIE処理による有機反射防止膜15のエッチング、 Cl_2/BCl_3 混合ガスを用いたRIE処理による Al_2O_3 膜14のエッチングを行う。 Al_2O_3 膜14のエッチングの後、残存

するレジストパターン 16 の膜厚は 50 nm であった。

【0032】

次いで、図 1 (c) に示すように、 $\text{CF}_4 / \text{Ar} / \text{O}_2$ 混合ガスを用いた R I E 処理により WO_3 膜 13 をエッチングし、シリコン酸化膜 12 の上面を露出させる。なお、 WO_3 膜 13 のエッチング工程の後、レジストパターン 16 及び有機反射防止膜 15 は全てエッチング除去されていた。

【0033】

次いで、図 1 (d) に示すように、 $\text{C}_4\text{F}_8 / \text{CO} / \text{Ar} / \text{O}_2$ 混合ガスを用いた R I E 処理によりシリコン酸化膜 12 をエッチングし、シリコン基板 11 を露出させる。 Al_2O_3 のシリコン酸化膜に対する R I E 選択比は 20 以上有り、膜厚 100 nm の Al_2O_3 膜 14 で深さ 1 μm のコンタクトホールを形成することが可能である。

【0034】

次いで、図 1 (e) に示すように、60℃の温水に浸漬することにより、 WO_3 膜 13 を溶解する。この溶解工程時に、 WO_3 膜 13 上の Al_2O_3 膜 14 もリフトオフされ、シリコン酸化膜 12 上に形成された Al_2O_3 膜 14 は除去された。しかも、エッチングマスクとしてポリシリコンを用いていないので、コンタクトホール底部のシリコン基板 11 は勿論、シリコン酸化膜 12 もほとんどエッチングされず寸法変換差も発生していなかった。

【0035】

以上説明したように、被加工膜とレジスト層との間に積層膜を形成し、レジストパターンの形成工程に必要な基板からの低い光反射特性と、R I E 工程に必要なマスク特性と、R I E マスク剥離特性とをそれぞれ別な膜に分割して持たせることで、レジストの膜厚が 200 nm であっても深さ 1 μm のコンタクトホールを加工することが可能となる。

【0036】

なお、 WO_3 膜の溶解するのに 60℃の温水を用いたが、必ずしも温水である必要はなく、定温の水であっても良い。また、 WO_3 膜以外にも、タングステン酸化物、アルミ酸化物、チタン酸化物或いはチタン窒化物が温水やアルカリ性溶

液に対して溶解するので、これらの物質を用いることができる。例えば、 Al_2O_3 膜は0.08% TMAH（テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド）水溶液に対して470 Å/minのエッチング速度で溶解し、Siは0.08% TMAH水溶液に対して数Å/minのエッチングレートで溶解する。従って、 Al_2O_3 膜を溶解させる際にSiがほとんどエッチングされないので Al_2O_3 膜を用いることができる。

【0037】

また、マスクとなる薄膜として Al_2O_3 膜を用いたが、エッチングガスとしてフッ素を含むガスを用いた際に、蒸気圧が5~10 Torr以下の弗化物を生成する金属、金属酸化物或いは金属弗化物を含む薄膜であれば用いることができる。生成される弗化物の蒸気圧が5~10 Torr以下であれば、充分エッチングすることができる。例えば、Si, W, Al, Ni, Ti或いはCaを主成分とする金属、又はアルミ酸化物、ニッケル酸化物Ti酸化物或いはカルシウム弗化物を用いることができる。

【0038】

[第2実施形態]

次に、本実施形態では、第1実施形態と異なる手法を用いて溶解性薄膜上に所定のパターンを形成する方法について説明する。

【0039】

図2は、本発明の第2実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。

【0040】

先ず、図2(a)に示すように、シリコン基板11上に形成された膜厚1 μmのシリコン酸化膜12上に、膜厚100 nmの WO_3 膜13の塗布焼成、膜厚200 nmのSOG膜21の塗布焼成を順次行う。次に、SOG膜21上に反射防止膜15を形成した後、膜厚200 nmのレジストパターン22を形成する。

【0041】

次いで、図2(b)に示すように、レジストパターン22をエッチングマスクに、反射防止膜15、SOG膜21及び WO_3 膜13を順次RIE処理した後、

レジストパターン 22 を O_2 アッシングにより除去する。

【0042】

次いで、図 2 (c) に示すように、全面に Al_2O_3 膜 23 を塗布焼成した後、CMP 法により Al_2O_3 膜 23 の上面を平坦化して、SOG 膜 21 を露出させる。

【0043】

次いで、図 2 (d) に示すように、フッ酸処理により SOG 膜 21 を除去し、レジストパターンと反転したパターンを有する Al_2O_3 膜 23 を形成する。

次いで、図 2 (e) に示すように、 $CF_4 / Ar / O_2$ 混合ガスを用いた RIE 処理により、 WO_3 膜 13 をエッチング処理する。

【0044】

次いで、図 2 (f) に示すように、 $C_4F_8 / CO / Ar / O_2$ 混合ガスを用いた RIE 処理により、シリコン酸化膜 12 を加工し、コンタクトホールを形成する。

【0045】

次いで、図 2 (g) に示すように、シリコン基板 11 を $60^\circ C$ の温水に浸漬し、 WO_3 膜 13 を溶解除去すると共に、 Al_2O_3 膜 23 をリフトオフする。

【0046】

また、異なる製造方法について説明する。

先ず、図 3 (a) に示すように、シリコン基板 11 上に形成された膜厚 $1 \mu m$ のシリコン酸化膜 12 上に、膜厚 $100 nm$ の WO_3 膜 13 の塗布焼成、膜厚 $200 nm$ のレジストパターン 22 の形成を順次行う。

【0047】

次いで、図 3 (b) に示すように、 Al_2O_3 膜 23 を塗布焼成した後、CMP 法により Al_2O_3 膜 23 をエッチバックしてレジストパターン 22 の上面を露出させる。

【0048】

次いで、図 3 (c) に示すように、現像液処理でレジストパターン 22 を除去し、レジストパターン 22 と反転したパターンを有する Al_2O_3 膜 23 を WO_3

膜 13 上に残置させる。

【0049】

次いで、図 3 (d) に示すように、 $\text{CF}_4 / \text{Ar} / \text{O}_2$ 混合ガスを用いた R I E 処理により WO_3 膜 13 をエッチングする。

次いで、図 3 (e) に示すように、 $\text{C}_4\text{F}_8 / \text{CO} / \text{Ar} / \text{O}_2$ ガスを用いた処理によりシリコン酸化膜 12 をエッチング加工し、シリコン基板 11 を露出させる。

次いで、図 3 (f) に示すように、基板を 60℃ の温水に浸漬し、 WO_3 膜 13 を溶解除去すると共に、 Al_2O_3 膜 23 をリフトオフする。

【0050】

[第 3 実施形態]

本実施形態では、有機 SOG 膜表面の誘電率を変化させることなく有機 SOG 膜上のレジストパターンを除去する発明について説明する。

【0051】

図 4 は、本発明の第 3 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。

【0052】

まず、図 4 (a) に示すように、シリコン基板 11 上に有機成分を例えば 20 wt % 含んだ有機 SOG 膜 41、例えばメチルシロキサンを形成する。

次いで、図 4 (b) に示すように、 O_2 プラズマ処理により、有機 SOG 膜 41 表面の有機成分を除去して、膜厚 40 nm のシリコン酸化膜 42 を形成する。

【0053】

次いで、図 4 (c) に示すように、シリコン酸化膜 42 上に所定パターンのレジストパターン 43 を形成する。

次いで図 4 (d) に示すように、 $\text{CF}_4 / \text{CHF}_3$ 混合ガスを用いた R I E 処理により、シリコン酸化膜 42 及び有機 SOG 膜 41 をエッチングする。

【0054】

次いで、図 4 (e) に示すように、基板を希弗酸に浸漬し、有機 SOG 膜 41 上のシリコン酸化膜 42 を溶解除去すると共に、シリコン酸化膜 42 上のレジス

トパターン43をリフトオフする。この時、有機SOG膜41は希弗酸によりほとんどエッチングされなかった。

【0055】

本実施形態によれば、レジストの O_2 アッシング処理によるレジストパターンの除去処理をせずに、リフトオフによりレジストパターンの除去処理を行っているため、有機成分の除去により有機SOGの組成が変化して誘電率 ϵ が大きくなる事がない。

【0056】

なお、有機SOG膜上にシリコン酸化膜を形成する際、 O_2 プラズマ照射に限らず、 CF_4/O_2 ダウンフローアッシングや O_3 ガスの照射によっても形成することができる。

また、SOG膜以外にも、CVD法等で形成される有機珪素化合物に対しても本発明を適用することができる。

【0057】

[第4実施形態]

本実施形態では、空中配線構造を容易に形成し得る半導体装置の製造工程について図5を参照して説明する。図5は、本発明の第4実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。

【0058】

先ず、図5(a)に示すように、下層配線52が形成された絶縁膜51上に膜厚300nmの WO_3 膜53を堆積する。そして、 WO_3 膜53上に上層配線が形成される溝を形成するためのレジストパターン54を形成する。

【0059】

次いで、図5(b)に示すように、 $CF_4/Ar/O_2$ 混合ガスを用いたRIE処理により、 WO_3 膜53をエッチングし、後に上層配線が埋め込み形成される配線溝を形成する。

【0060】

次いで、 O_2 アッシングによりレジスト54を除去した後、下層配線52に接続するヴィアホールを形成するための図示されないレジストパターンを形成する

。そして、図5(c)に示すように、 WO_3 膜53のエッチングを行いヴィアホールを形成して、レジストパターンを O_2 アッシングにより除去する。

【0061】

。次いで、図5(d)に示すように、全面にスパッタ法によりAl膜を堆積した後、CMP処理によりAl膜の表面をエッチバックして WO_3 膜53の表面を露出させ、前記ヴィアホール及び配線溝にプラグ電極55及び上層配線56を埋め込み形成する。

【0062】

次いで、図5(e)に示すように、膜厚200nmのシリコン酸化膜57をプラズマCVD法により堆積する。

【0063】

次いで、図5(f)に示すように、シリコン酸化膜57の所望の位置に WO_3 膜53が露出する窓を開口した後、基板を60℃の温水に浸漬して WO_3 膜53を溶解除去し、空中配線構造を形成する。

【0064】

本実施形態の製造方法によれば、ウェットエッチングによって、温水による WO_3 膜の除去、つまりウェットエッチングに WO_3 膜（ダミー膜）を除去しているので、ラジカル酸素を用いたC膜（ダミー膜）の除去に比べて、ダミー膜の除去にかかる時間を短縮することができる。

【0065】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することが可能である。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被処理膜上に、溶解液に溶解する溶解性薄膜及びマスク層及び所望のパターンを有するパターンを順次形成し、マスク層及び溶解性薄膜及び被処理膜のエッチングを順次行うことによって、たとえ溶解性薄膜又は被処理膜中にレジストパターンが無くなっても、マスク層が存在する

ので被処理膜のエッチングを行うことができ、微細加工が可能となる。

【 0 0 6 7 】

また、溶解性薄膜上に所望のパターンと反転したパターンを有する反転パターン層を形成し、反転パターン内にマスク材を埋め込み形成した後、反転パターン層を除去することによっても、所望のパターンを有するマスク層を形成することができ、上記と同様に微細加工をを行うことができる。

【 0 0 6 8 】

そして、マスク層は溶解性薄膜上に形成されているので、溶解性薄膜を溶液を用いて除去することによって、マスク層がリフトオフされるので、容易にマスク層の除去を行うことができる。また、被処理薄膜の下地がシリコン基板であっても、マスク層を除去する際に下地のシリコン基板がエッチングされることがない。

【 0 0 6 9 】

溶解成膜を用いたダマシン配線を形成し、配線形成後、溶解性薄膜を溶解除去して配線を空洞化することが可能となり、空中配線構造を容易に形成することができる。

【 0 0 7 0 】

有機 S O G 膜上にシリコン酸化膜を形成し、シリコン酸化膜上にレジストパターンの形成を行った後に、シリコン酸化膜及び有機 S O G 膜のエッチングを行い、シリコン酸化膜を溶解除去してレジストパターンをリフトオフすることで、レジストパターンを除去する際に有機 S O G 膜の表面を活性な酸素にさらすことがないので、有機成分の除去による誘電率の増大を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

【図 2】

第 2 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

【図 3】

第 2 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

【図 4】

第 3 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

【図 5】

第 4 実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

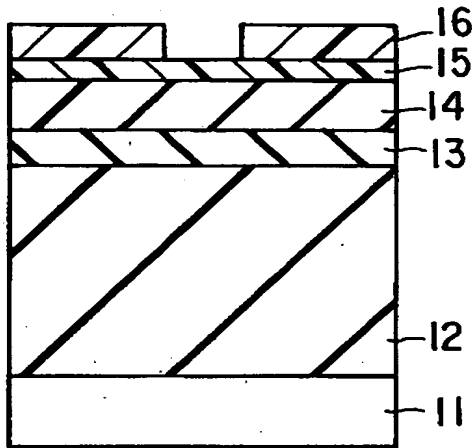
【符号の説明】

- 1 1 …シリコン基板
- 1 2 …シリコン酸化膜
- 1 3 … WO_3 膜
- 1 4 … Al_2O_3 膜
- 1 5 …有機反射防止膜
- 1 6 …レジストパターン
- 2 1 …SOG膜
- 2 2 …レジストパターン
- 2 3 … Al_2O_3 膜
- 4 1 …SOG膜
- 4 2 …シリコン酸化膜
- 4 3 …レジストパターン
- 5 1 …絶縁膜
- 5 2 …下層配線
- 5 3 … WO_3 膜
- 5 4 …レジストパターン
- 5 5 …プラグ電極
- 5 6 …上層配線
- 5 7 …シリコン酸化膜

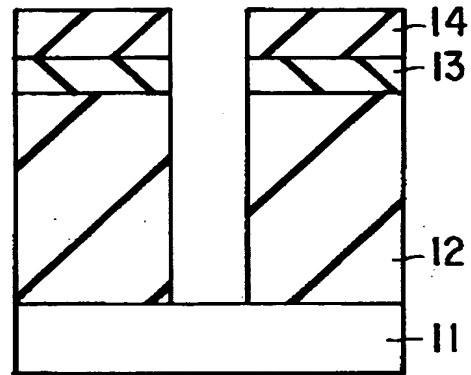
【書類名】

図面

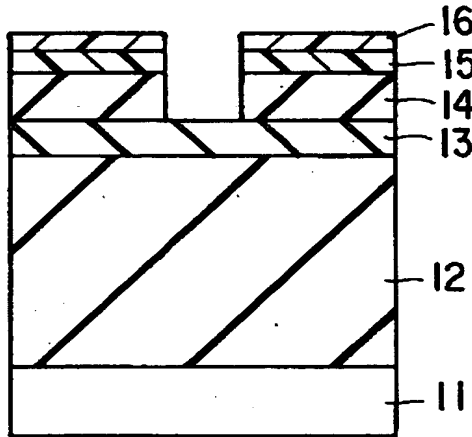
【図 1】



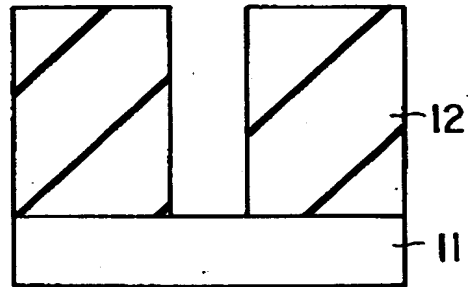
(a)



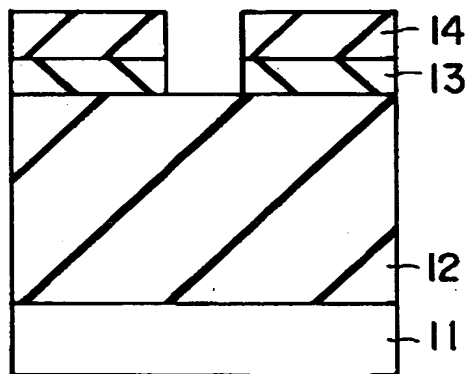
(d)



(b)



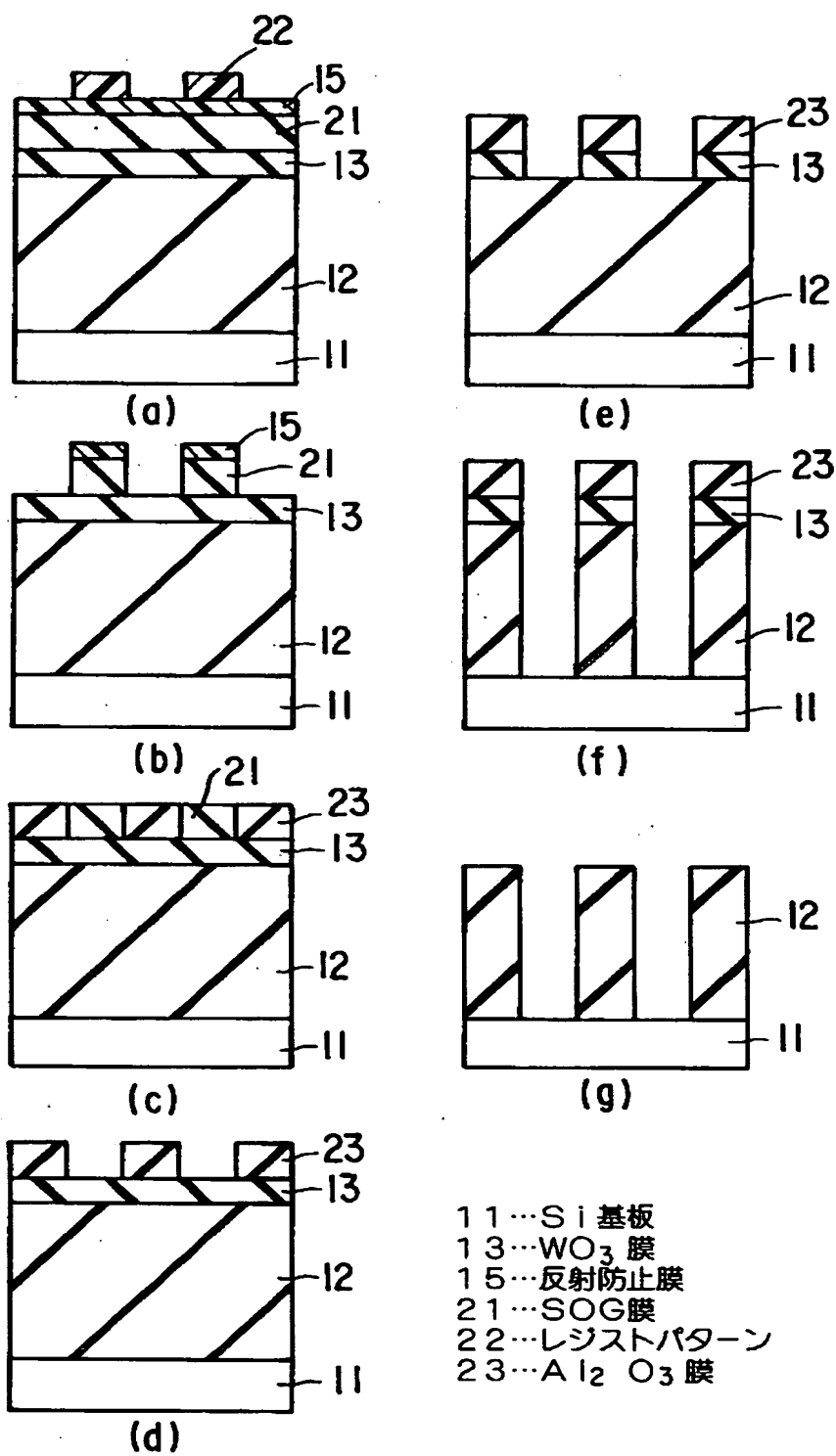
(e)



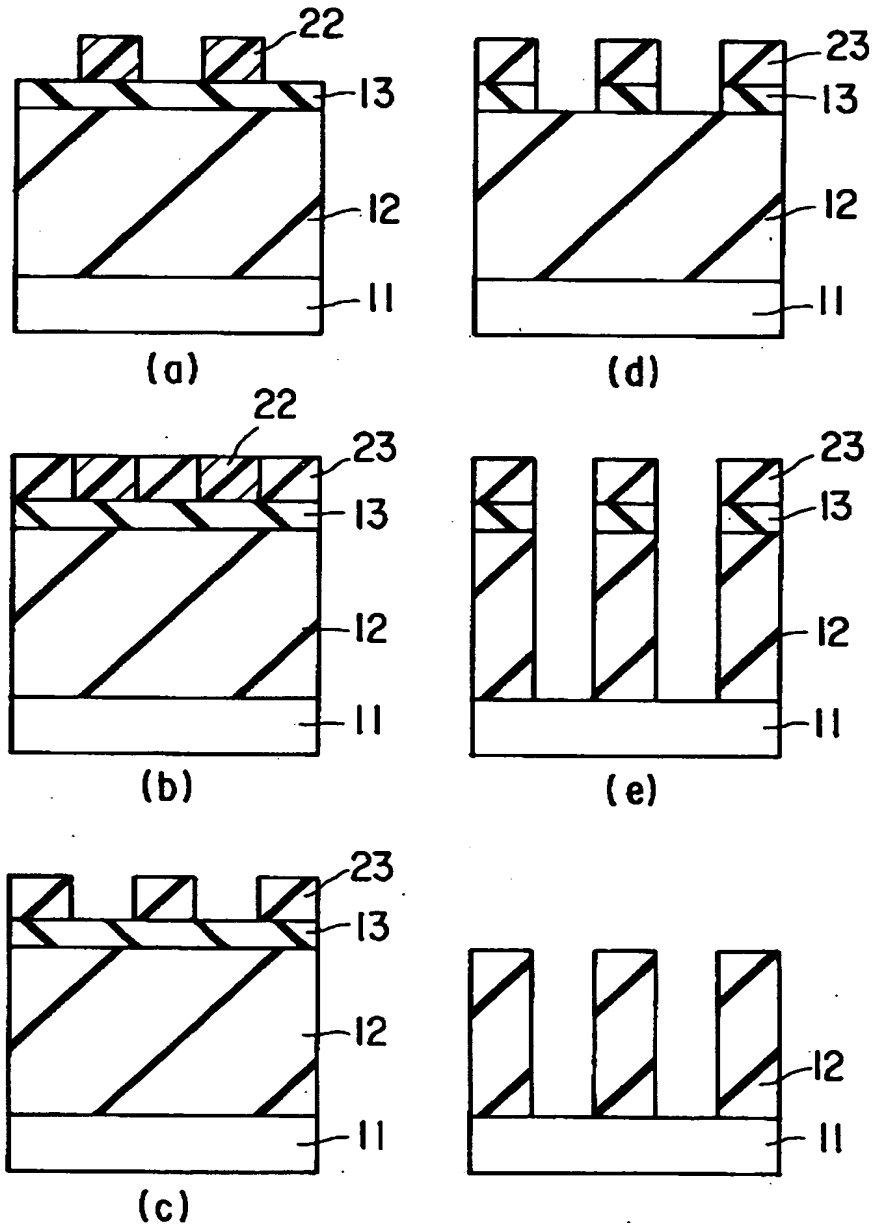
(c)

- 11...Si 基板
- 12...シリコン酸化膜
- 13...WO₃ 膜
- 14...Al₂O₃ 膜
- 15...反射防止膜
- 16...レジストパターン

【図 2】



【図 3】

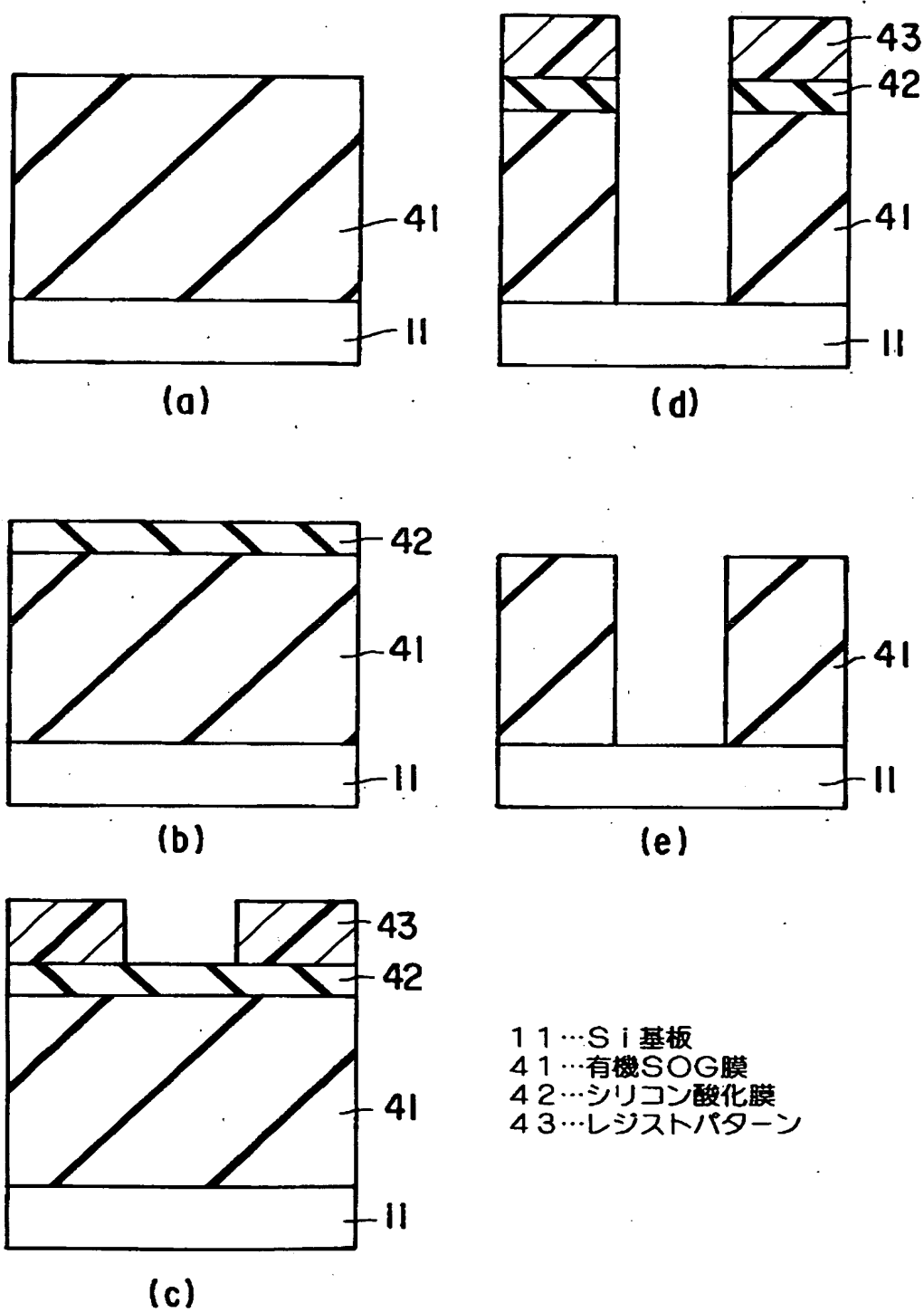


11...Si 基板
12...シリコン酸化膜

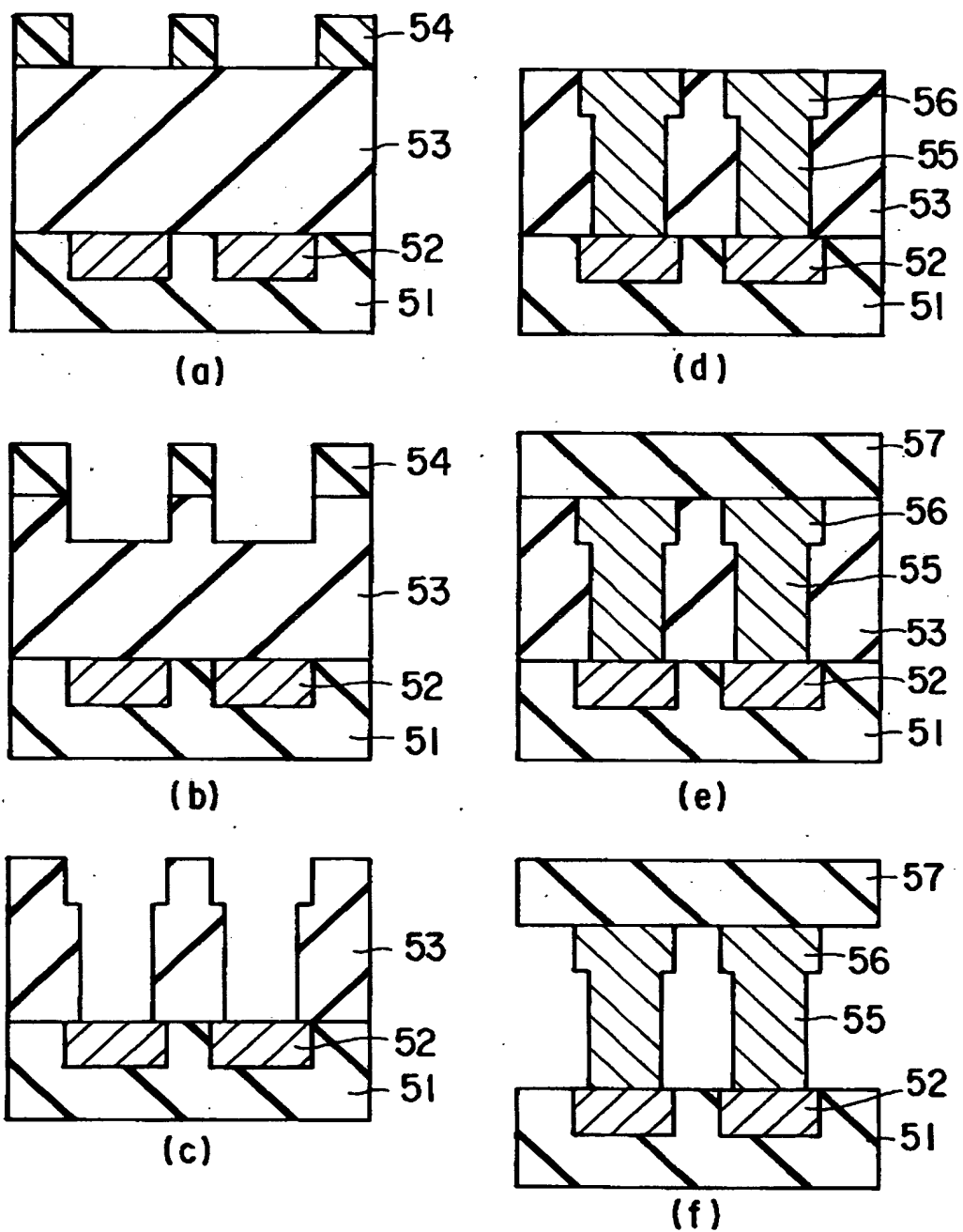
13...WO₃ 膜
22...レジストパターン

23...Al₂O₃ 膜

【図4】



【図 5】



51…絶縁膜
52…下層配線
53…WO₃ 膜
54…レジストパターン

55…プラグ電極
56…上層配線
57…シリコン酸化膜

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】被加工膜の下地がシリコン基板であっても、マスク層の除去時にシリコン基板をエッチングしない。

【解決手段】シリコン基板 11 上に形成されたシリコン酸化膜 12 上に WO_3 膜 13 を形成する。そして、全面に Al_2O_3 膜 14 の堆積、有機反射防止膜 15 の塗布焼成を順次行った後、所定パターンのレジストパターン 16 を形成する（（a））。R I E 処理による有機反射防止膜 15 のエッチング、R I E 処理による Al_2O_3 膜 14 のエッチングを行う（（b））。R I E 処理により WO_3 膜 13 をエッチングし、シリコン酸化膜 12 の上面を露出させる（（c））。R I E 処理によりシリコン酸化膜 12 をエッチングし、シリコン基板 11 を露出させる（（d））。60℃の温水に浸漬することにより、 WO_3 膜 13 を溶解する共に、 Al_2O_3 膜 14 をリフトオフする（（e））。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝